

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ENFERMERÍA
CARRERA DE TERAPIA FÍSICA**

**DISERTACIÓN DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA**

**APLICACIÓN DE ESTIRAMIENTOS FACILITADOS PARA
INCREMENTAR LA ABDUCCIÓN DE CADERA EN LOS ESTUDIANTES DEL
TALLER DE DANZA AÉREA DE LA PUCE DURANTE EL MES DE ENERO
DEL 2017**

**ELABORADO POR:
LEDY VICTORIA VALDIVIESO ACOSTA**

QUITO, MARZO 2017

RESUMEN

El taller de Danza Aérea de la PUCE cuenta con doce años de trayectoria en la enseñanza de esta disciplina, los estudiantes de cualquier facultad y edad pueden acudir de manera voluntaria, pero estos deben contar con la disposición de tiempo necesario y de someterse a un proceso de acondicionamiento físico.

La necesidad de realizar este estudio surge al observar el desempeño de los estudiantes de nivel intermedio, quienes han mejorado su condición física, sin embargo es evidente la falta de flexibilidad en casi todos los casos y es aún más notorio en los estudiantes principiantes, por lo que se propuso verificar la influencia de un programa de entrenamiento de la flexibilidad sobre el rango de movilidad, este se basó en las recomendaciones de la bibliografía disponible, consistió en estiramientos facilitados (asistidos) de los aductores de la cadera para ayudar a la ejecución de la segunda posición o split frontal.

Al finalizar se pudo apreciar un aumento en la abducción bilateral de cadera en los participantes, disminución de la asimetría en el rango de movimiento y una práctica del entrenamiento de la flexibilidad más eficiente como parte integral de entrenamiento físico.

ABSTRACT

The Air Dance workshop of the PUCE has twelve years of experience in teaching this discipline, students of any faculty and age can attend on a voluntary basis, but they must have the necessary time available and undergo a process of physical conditioning.

The need to carry out this study arises from observing the performance of intermediate level students, who have improved their physical condition, however, it is evident the lack of flexibility in almost all cases and is even more noticeable in beginner students, Which sought to verify the influence of a flexibility training program on the range of mobility, this was based on the recommendations of the available literature, consisted of facilitated (assisted) stretching of the hip adductors to assist the execution of The second position or front split.

At the end, it was possible to see an increase in bilateral hip abduction in the participants, a decrease in movement range asymmetry and a more efficient flexibility training practice as an integral part of physical training

DEDICATORIA

A mi familia, que ha sido mi pilar, especialmente a mi madre quien siempre me apoyo para que continúe mis estudios, pese a todas las dificultades, por animarme a siempre esforzarme y que evite la mediocridad, por no permitirme desfallecer ante la adversidad, a mi querida hermana y su esposo quienes confiaron en mí y me brindaron su apoyo confiando en mi responsabilidad y juicio.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento no es suficiente compensación a esas personas que han formado parte de mi vida, que han estado a mi lado en los buenos y malos momentos, siempre apoyándome y alentándome a crecer, pero es lo mínimo que puedo hacer.

A mi madre, sin ella no estaría aquí, gracias por darme la vida y por ser parte de ella.

A mi hermana, que fue mi conciencia e incentivo, intensificó en mí un sentido de responsabilidad, y quien me brindó una oportunidad que ella misma no tuvo pese a todo el potencial que tenía.

A mi cuñado, que aquel día que le pedí que fuera mi garante accedió sin dudar, y me ayudó confiando en mi determinación con los estudios.

A mi novio, quien estuvo a mi lado desde mucho antes que ingresara a la universidad, gracias por la paciencia y por ayudar a mi madre a evitar que aplase mis obligaciones.

A mi padrastro Diego Guerra.

A mi tío Jorge por las risas cuando estaba desanimada.

A mi directora de disertación Jacqueline Chiriboga.

A mi maestro y lector Pedro Figueroa quien nos brindó su conocimiento, siempre dispuesto a solucionar cualquier duda, que me guió y apoyó durante la elaboración de este trabajo.

A mi lectora Susana Arguello que aclaró mis dudas e impedía que me complicara yo sola, que con una broma disipaba mis nervios, por su entereza y constancia.

Al licenciado Roberto Reinoso (entrenador de Danza Aérea de la PUCE) que siempre con buen humor y el ejemplo en el taller nos instaba a entrenar, mejorar e innovar sin perder de vista el objetivo principal, vencer el miedo y disfrutar de la altura, finalmente por permitirme el acceso a la toma de información.

A mis compañeros de danza aérea que me brindaron su tiempo y disposición.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO

| | |
|--|------|
| Resumen | i |
| Abstract..... | ii |
| Dedicatoria | iii |
| Agradecimiento..... | iv |
| Índice de Contenidos..... | v-vi |
| Índice de Tablas | vii |
| Índice de Gráficos..... | viii |
| Introducción | 1 |
| Capítulo 1: Aspectos básicos de la investigación | 2 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2 Justificación | 3 |
| 1.3 Objetivos..... | 3 |
| Capítulo 2: Metodología | 4 |
| 2.1 Tipo de estudio | 4 |
| 2.2 Universo y muestra..... | 4 |
| 2.3 Fuentes | 4 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos..... | 5 |
| 2.5 Recolección de información | 5 |
| 2.6 Análisis | 5 |
| Capítulo 3: Marco teórico | 6 |
| 3.1 Actividad física..... | 6 |
| 3.2 Danza aérea como arte circense..... | 6 |
| 3.3 Capacidades físicas básicas | 7 |
| 3.3.1 Beneficios de la flexibilidad. | 8 |
| 3.3.2 Métodos de estiramiento. | 9 |
| 3.4 Musculatura | 10 |
| 3.4.1 Ultraestructura de las miofibrillas | 11 |
| 3.4.2 Proteínas | 11 |
| 3.4.3 Secuencia de la contracción muscular..... | 13 |
| 3.4.4 Reflejos musculares esqueléticos | 14 |
| 3.5 Cadena de apertura..... | 15 |
| 3.5.1 Objetivos de la cadena de apertura..... | 15 |
| 3.6 Cadena de cierre | 17 |
| 3.6.1 Objetivos de la cadena de cierre | 18 |

| | | |
|----------------|---|----|
| 3.7 | Biomecánica de la cadera | 19 |
| 3.7.1 | Abducción | 20 |
| 3.7.2 | Flexión | 21 |
| 3.7.3 | Orientación de la cabeza femoral y del cotilo | 21 |
| 3.7.4 | Cavidad cotiloidea | 22 |
| 3.8 | Hipótesis | 24 |
| 3.8.1 | Variables | 24 |
| Capítulo 4: | Análisis de resultados | 25 |
| 4.1 | Discusión | 33 |
| 4.2 | Conclusiones | 34 |
| 4.3 | Recomendaciones | 35 |
| ANEXOS | | 36 |
| Primer Anexo: | Formulario de Consentimiento | 36 |
| Segundo Anexo: | Cuestionario | 37 |
| Tercer Anexo: | Hoja de Registro de Goniometría | 38 |
| Bibliografía | | 39 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Músculos de la cadena de apertura | 17 |
| Tabla 2: Músculos de la cadena de cierre..... | 19 |
| Tabla 3: Operacionalización de Variables..... | 24 |
| Tabla 4: Panorama del taller de danza aérea | 25 |
| Tabla 5: Valores de tendencia central respecto a la intensidad del dolor durante el estiramiento | 27 |
| Tabla 6: Valores tendencia central Tiempo de Calentamiento (min) | 28 |
| Tabla 7: valores de tendencia central Tiempo entre calentamiento y estiramiento | 29 |
| Tabla 8: Diferencia (Abd A Cadera Der) | 30 |
| Tabla 9: Diferencia (Abd P Cadera Der) | 31 |
| Tabla 10: Normalidad | 31 |
| Tabla 11: Realización de la prueba..... | 32 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|-----------------|----|
| Gráfico 1 | 26 |
| Gráfico 2 | 26 |
| Gráfico 3 | 27 |
| Gráfico 4 | 28 |
| Gráfico 5 | 29 |
| Gráfico 6 | 30 |

INTRODUCCIÓN

La danza aérea está enmarcada en el contexto de las artes circenses modernas a pesar de que su origen no está del todo esclarecido, debido a los requerimientos físicos para su ejecución, se podría decir que está en el área acrobática, debido a las complejas acciones motrices que retan a las leyes de la física, para ir más allá de las actividades normales (Bortolento, 2006).

A nivel mundial se están introduciendo las artes circenses en los programas de formación, debido a los múltiples beneficios como el desarrollo de las capacidades físicas: la flexibilidad velocidad, equilibrio, propiocepción y coordinación en cuanto al individuo, a nivel interpersonal hay cooperación, interculturalidad, expresión y creatividad (Bortolento, 2006).

El Ecuador no es la excepción, por lo cual se ha desarrollado el proyecto de circo social, un programa creado por el Cirque du Soleil de Quebec que se expandió a 23 países, siendo uno de ellos nosotros, a nivel nacional es gestionado por la vicepresidencia junto a los municipios de las ciudades de Quito, Cuenca, Guayaquil y Tena, el principal objetivo de este proyecto es alejar a los jóvenes de actividades violentas y promocionar actividades recreativas, se imparten clases de malabarismo, clowning, contemporánea, acrobacias, lira trapecio y danza aérea .

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador, ofrece una variedad de talleres culturales a fin de promocionar la interculturalidad y la actividad física, entre ellos está el taller de danza aérea, el cual cuenta con 12 años de experiencia en la enseñanza de esta disciplina en este se emplean diversos instrumentos como: lira, trapecio, el bucle, tela tensa, dúo incluso es un requisito que se asista conjuntamente al taller de contemporánea o neoclásica a fin de mejorar la presencia escénica.

Este trabajo de disertación consta de cuatro partes, siendo la primera en referencia al desarrollo metodológico del estudio, donde se detalla el planteamiento del problema, justificación, los objetivos que se persiguen, enfoque y diseño del estudio. La segunda parte se presenta el marco teórico relaciona a los componentes del movimiento de abducción del miembro inferior, en la tercera parte constan las conclusiones y recomendaciones y por último en la cuarta parte se muestran los anexos en los que constan los instrumentos y la bibliografía.

CAPÍTULO 1:

ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Podríamos definir la flexibilidad como la capacidad de un individuo de mover sus articulaciones dentro de RDM fisiológicos en forma activa y coordinada para la realización de actividades funcionales (Ramírez, 2003, p.2). Depende de la estructura articular, periarticular y del control neurológico.

La flexibilidad es única de cada individuo y articulación, se ve afectada por diversos factores como: edad en parte por la sustitución de tejido muscular atrofiado por tejido fibroso en individuos poco activos, por el género debido a las diferencias estructurales especialmente en la cadera, en el género femenino se puede apreciar una cavidad más plana y alargada facilitando el movimiento y juego articular (Ramírez, 2003).

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador además de procurar el desarrollo académico de sus estudiantes, ofrece la posibilidad de acceder a diferentes talleres recreativos, que fomentan el desarrollo artístico y deportivo. Uno de ellos es el taller de danza aérea, el cual requiere un importante componente de fuerza, resistencia pero además es necesario la conciencia corporal, presencia escénica y flexibilidad. Cuenta con numerosos participantes de las diferentes facultades de la universidad, quienes deseen participar del taller y además busquen la posibilidad de acceder a una beca cultural la cual puede llegar a ser del 30% para lograrlo el estudiante debe contar con el 80% de asistencias y participación en eventos, un índice promedial de acuerdo a la facultad y una buena calificación en la evaluación semestral todos estos son los requerimientos para solicitar la beca cultural.

Actualmente en el taller de danza aérea la mayoría de la población son mujeres, con un rango de edad desde los 18 hasta los 26 años, de diferentes somatotipos y estilos de vida. Los entrenamientos se realizan 3 veces a la semana, con una duración de dos horas; de las cuales la primera hora es dedicada al ejercicio aeróbico, seguido por ejercicios explosivos para generar resistencia lo que es fundamental para la evaluación semestral pero además se evalúa la flexibilidad, la cual en las estudiantes del nivel principiante e intermedio se ve cierta dificultad, los estudiantes presentan una limitación en cuanto a flexibilidad y refieren dolor intenso que no les permite continuar con los estiramientos, limitando su desempeño.

1.2 Justificación

Se justifica la implementación de un programa de entrenamiento de la flexibilidad, que incluye estiramientos facilitados para aumentar la abducción de cadera en los estudiantes de danza aérea, quienes se podrían beneficiar de este estudio al mejorar sus rangos de movilidad y en parte su desempeño para presentaciones y la evaluación semestral, en la que se evalúa split y segunda o spagat, disminución del dolor, que podría ser considerado un factor limitante durante la ejecución, además lograríamos una concientización e informar sobre la importancia del estiramiento en esta disciplina y posiblemente integrar permanentemente un plan de estiramiento organizado y funcional.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Valorar el rango de abducción de cadera de los estudiantes de danza aérea.

1.3.2 Específicos

Determinar las características de la población sujeta al estudio.

Análisis de la información.

Concientizar sobre la importancia de los estiramientos en esta disciplina.

CAPÍTULO 2:

METODOLOGÍA

2.1 Tipo de estudio

Es una investigación descriptiva que busca difundir los resultados observados, de características cuantitativas, al asignar un valor numérico a los cambios observados, longitudinal ya que se realizara una medición inicial y un control en un intervalo de tiempo,

2.2 Universo y muestra

Estudiantes de sexo femenino de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador que practiquen danza aérea del nivel inicial o intermedio que requieran aumentar su flexibilidad, que tengan entre 18-24 años, se excluirá aquellos estudiantes hiperlaxos o que hayan practicado previamente una disciplina que les permitiera desarrollar su flexibilidad y aquellos que no deseen participar

Criterios de inclusión: estudiantes del taller de danza aérea, del nivel inicial e intermedio, de sexo femenino, que tengan entre 18 y 24 años, con un rango de abducción menor o normal, que acudan los tres días del entrenamiento.

Criterios de exclusión: estudiantes del taller de sexo masculino, estudiantes mujeres mayores de 24 años, estudiantes del nivel avanzado, aquellos que por falta de disponibilidad no acudan los tres días de entrenamiento y aquellas estudiantes que tengan un rango de abducción mayor a lo normal debido a la realización de deportes como ballet, gimnasia o yoga.

2.3 Fuentes

Las fuentes son de tipo primario ya que es el investigador será quien recoja estos mediante la observación y medición a través de: encuestas y goniómetro, los cuáles serán anotados en la hoja de registro.

2.4 Técnicas e instrumentos

Como se mencionó anteriormente la información será recolectada de manera directa de los participantes, a través de la observación del entrenamiento, desempeño y limitaciones de estos, se realizará una encuesta para resaltar ciertos aspectos, compuesta por: preguntas cerradas, abiertas y de respuesta corta, con intención de indagar en la frecuencia de entrenamiento de esta disciplina, disponibilidad y limitación en cuanto al split frontal. Posteriormente una vez obtenido el consentimiento informado y el cuestionario resuelto, se procederá a realizar una medición de goniometría de la movilidad activa y pasiva, con el sujeto en decúbito supino con las rodillas y caderas en extensión sin rotación, con el fulcro del goniómetro sobre la espina iliaca antero superior de la extremidad evaluada y el brazo fijo sobre una línea horizontal que une las espinas y el brazo móvil sobre la línea anterior media del muslo, los grados de movilidad serán registrados.

También se valorara la movilidad activa asistida, en la cual sujeto estará en bipedestación, realizara una abducción de ambas caderas simultáneamente mientras el evaluador mide con una cinta métrica la distancia sínfisis púbica suelo.

2.5 Recolección de información

Los datos serán recogidos directamente de la fuente, es decir los participantes a través de un cuestionario y la medición registrada en una plantilla de goniometría.

2.6 Análisis

Los datos registrados serán colocados en una matriz en programa EXCEL, la cual fue exportada programa IBM SPSS Statistics 23 con el cual se realizó el análisis estadístico. En el cual se obtuvieron frecuencias y los valores de tendencia central como: media, mediana y moda, además se realizaron otras pruebas como Shapiro-Wilk para determinar el comportamientos de los datos y la prueba T student para la significancia

CAPÍTULO 3:

MARCO TEÓRICO

3.1 Actividad física

La actividad física de acuerdo a la OMS se puede interpretar como: todo movimiento producido como consecuencia de la acción de los músculos, acompañado de gasto energético, por ende está vinculada a todo quehacer del ser humano, sea este en el contexto laboral, doméstico o recreativo.

La condición física es un atributo, que tiene el ser humano para el movimiento tanto en acciones recreativas o cotidianas y su calidad depende del grado de entrenamiento de las capacidades físicas (Pérez, Delgado y Núñez, 2009).

3.2 Danza aérea como arte circense

Como habíamos mencionado previamente la danza aérea es un arte circense contemporáneo, cuyos orígenes no son del todo claros en su trabajo Bento y Coelho (2011) mencionaron los posibles orígenes de esta disciplina, entre ellos está el relato de Alice Viveiros historiadora circense quien alega a haber visto diseños Orientales de la Escuela de Circo de Pekín, entre las que se vieron actuaciones representadas en grandes piezas de seda en las festividades del emperador de ese país alrededor del año 600 dC. Otros sugieren un inicio más actual sugiriendo que es una adaptación de la cuerda lisa mientras que otros atribuyen su creación al artista francés Gerard Fasoli quien experimentaba con diversos materiales suspendidos verticalmente

Tiene como finalidad la ejecución de figuras estáticas y dinámicas las que son conocidas como caídas al ser una transición vertiginosa de figuras, estas pueden realizarse a diferentes alturas y modalidades como el bucle, tela tensa o dúo.

Las artes circenses proveen un marco cultural amplio al promover la inclusión, interculturalidad, creatividad. También promueve el desarrollo de habilidades motrices como: coordinación, equilibrio y propiocepción; motivo por el cual varios países han empezado a incluirlas en los programas de formación en todos los niveles educativos desde la escuela hasta centros del tercer nivel.

3.3 Capacidades físicas básicas

Son indispensables para el movimiento, actúan de forma conjunta aunque suele haber una de ellas más desarrollada, dependiendo del tipo de actividad que se realice; entre estas condiciones esta la fuerza que es considerada como la base, ya que nos permite vencer la resistencia o aplicarla, está altamente asociada a otras dos capacidades físicas que son la velocidad que se puede interpretar como la capacidad de realizar una actividad en menor tiempo posible, presente en deportes de carácter explosivo de corta duración y la resistencia que es aquella que nos permite realizar un esfuerzo prolongado a pesar de la fatiga, finalmente haremos énfasis en la última capacidad física básica que es la flexibilidad y motivo de este estudio.

“La flexibilidad es un factor importante para el mantenimiento de la aptitud física relacionado con la salud” (Heyward, 2008, p.245). “Hace referencia a la libertad natural de movimiento que presenta una articulación o las articulaciones de un segmento y extremidad” (Lesmes, 2007, p. 169). Esta a su vez formada por dos partes que son: movilidad articular que es la capacidad de excursión que hay entre las superficies óseas que forman una articulación, sumado a la capacidad de distensión de los tejidos blandos periarticulares.

“La flexibilidad y estabilidad de las articulaciones depende en gran medida de la estructura de la articulación, así como de la fuerza y cantidad de ligamentos y músculos que regulan la amplitud de la articulación” (Heyward, 2008, p.245).

Hay varios factores que intervienen en el rango de movimiento de una articulación, que puedes ser clasificados en internos es decir propios del organismo como: el tipo de articulación, estructura ósea, sexo, herencia, elasticidad muscular, presencia y distribución de tejido graso entre otros y aquellos factores que intervienen en este proceso ajenos al control del individuo, es decir ambientales como: temperatura, hora del día, superficie.

La flexibilidad es una capacidad que se deteriora con el pasar el tiempo, debido a diversos cambios en el organismo como: la deshidratación, acumulación de calcio, formación de adherencias, sustitución de fibras musculares y de colágeno por tejido graso y por cambios en la estructura química de los tejidos.

3.3.1 Beneficios de la flexibilidad.

Aumento del ROM en las articulaciones entrenadas. (Davis, D., et al. 2005; Handel, M, et al. 1997; Zito, M., et al. 1997; Hernández, P., et al. 2005).

Prevención de lesiones músculo esqueléticas por tensión. (Dadebo, D., et al. 2004; Prentice, W., 1997; Wiemann, K., Klee, A., 1997).

Aumento de la relajación muscular como base para un movimiento más fluido. (Anderson, B., Burke, E., 1991; Andel, M., et al. 1997).

Disminución de la rigidez muscular, con el consecuente almacenamiento de energía elástica más eficiente, para la realización de movimientos con el ciclo de alargamiento – acortamiento del músculo (SSC: *Stretch - Shortening Cycle*). (Handel, M. et al. 1997).

Retarda el dolor muscular residual (DOMS). (Anderson, B., Burke, E., 1991; Herbert, R., Gabriel, M., 2002; Zachazewski, J. et al. 1996).

Mejora el rendimiento deportivo en los atletas, puesto que el músculo trabaja a una longitud óptima. (Herbert, R., Gabriel, M., 2002; Rusell, T., Bandy, W., 2004, Thacker, S., et al. 2004).

Prevenir acortamientos musculares. (Davis, D., et al. 2005).

Mejora la coordinación neuromuscular. (Prentice, W., 1997).

En la actualidad el termino stretching ha tomado reconocimiento para referirnos a flexibilidad sin embargo este hace referencia a estiramientos de grupos musculares gracias a la tensión miotendinoso y al alargamiento mientras que por estiramiento se entiende la aplicación externa de fuerza para producir el estiramiento miotendinoso de un musculo o haz aislado (Gallego, 2007).

“Flexibilidad estática es una medida de amplitud total de movimiento de una articulación” (Heyward, 2008, p.262).

“Flexibilidad dinámica es una medida del rango del rango de fuerza de torsión o resistencia desarrollada durante el estiramiento en toda la amplitud del movimiento articular” (Heyward, 2008, p.262).

3.3.2 Métodos de estiramiento.

Sistema dinámico o estiramiento balístico usa movimientos rápidos de balanceo para alargar un musculo específico, mientras que el estiramiento estático emplea la elongación lenta y sostenida de un musculo para aumentar la amplitud del movimiento. Las técnicas de estiramiento por facilitación neuromuscular propioceptiva más utilizadas: consisten en contracciones máximas o submáximas de los grupos musculares evaluados y opositores, seguidos de estiramiento pasivo de los músculos evaluados Chalmers (como se citó en Heyward, 2008).

Elongación estática lleva un musculo o grupo muscular hasta un punto de tensión que interrumpe el movimiento (Alter, M., 1996). Se realiza en un punto en que la distensión muscular no es percibida como dolorosa, para poder mantener esta posición por un tiempo, sin embargo las recomendaciones de sostenimiento son amplias van desde los 3 hasta los 30 segundos, se realizara con la ayuda de un agente externo, ya que no debe haber contracción alguna por parte de quien está haciendo el estiramiento (Hernández 2006).

Magnusson en 1992 estudio el efecto de la elongación pasiva concluyo que el aumento en el rango de movilidad articular persistía hasta 30 minutos después de este.

Estático activo este estiramiento busca llegar a la posición de estiramiento, gracias a la contracción del agonista, impidiendo el reflejo miotático por la ausencia de rebotes o balanceos, es decir se mantiene una posición en tensión que se mantendrá gracias a la acción de los agonistas (Hernández 2006).

Elongación con FNP se vale de la información propioceptiva, visual y auditiva a fin de conseguir la mejor respuesta motora, a través de la estimulación periférica es posible incitar a las neuronas estimuladoras a través de la información aferente para aumentar el tono muscular o aumentar la fuerza de contracción muscular, del mismo modo se puede lograr la relajación al permitir que la información aferente entre en contacto con las neuronas inhibitoras, provocando el relajamiento muscular (Hernández 2006).

La flexibilidad es un factor importante para el mantenimiento de la aptitud física relacionado con la salud (Heyward, 2008, p.245).

3.4 Musculatura

Los músculos esqueléticos son aquellos encargados de generar el movimiento gracias a su maquinaria proteica diferenciada que les permite transformar la energía química en mecánica (López y López, 2006).

Composición del tejido muscular esquelético

Está formado por células cilíndricas alargadas polinucleadas, que son el resultado de la fusión de muchas células musculares embrionarias, cada una de estas fibras está cubierta por una capa de tejido reticular denominada endomisio, para delimitar la célula del espacio intersticial, en el cual se encuentran tejido conjuntivo conocido como perimisio: rico en fibras elásticas y de colágeno además se encuentran presentes vasos y nervios, finalmente la unión de los paquetes de fibras musculares forma un musculo, el cual también está rodeado por una membrana de tejido conjuntivo denominada perimisio (López y López, 2006).

A la membrana celular de una fibra muscular se le conoce como sarcolema, mientras que el citoplasma es denominado sarcoplasma, el cual está ocupado en su gran mayoría por unas estructuras denominada miofibrillas haces de proteínas responsables del proceso de contracción, gracias a su elasticidad y contractibilidad (López y López, 2006).

En las fibras musculares está presente una estructura conocida como retículo sarcoplasmático, que tiene como función concentrar y secuestrar iones de calcio.

En íntima asociación con el retículo sarcoplasmático, encontramos los túbulos T o túbulos transversos. Estas estructuras son invaginaciones del sarcolema, que penetran hacia el interior de la fibra perpendicularmente desde la superficie, de modo que la membrana de los túbulos T es el propio sarcolema, y en su interior encontramos líquido extracelular. Permiten que el potencial de acción que se origina en la superficie de la célula en la placa motora se propague hasta alcanzar el interior de la fibra (López y López, 2006, p.82).

El resto de organelos que encontramos en el citosol son: mitocondrias responsables de generar ATP que es la principal molécula energética y aparatos de Golgi.

3.4.1 Ultraestructura de las miofibrillas

En un corte longitudinal de un musculo se pueden apreciar bandas oscuras (bandas A) alternando con bandas claras (bandas I) las cuales son las que se acortan durante la contracción muscular mientras que la longitud de las bandas a permanecen inalteradas (López y López, 2006).

En la mitad de una banda I se aprecia una delgada línea transversal: es la línea Z. la porción de las miofibrillas situada entre dos líneas Z es lo que denominamos sarcómero. Todos los cambios que acontecen en el ciclo de relajación-contracción se describen en esta unidad funcional (López y López, 2006, p.82).

López y López (2006) describen los elementos que se encuentran en sarcómero

Discos z: que son estructuras en forma de zigzag que tiene la función de anclar los filamentos finos.

Bandas I las bandas claras formadas por filamentos finos. El disco z se encuentra en la mitad de una banda I, por lo que cada mitad de una banda I pertenece a un sarcómero diferente.

Bandas A las bandas oscuras de un sarcómero. Corresponde a toda la longitud de un filamento grueso. En los extremos de la banda A, los filamentos finos y gruesos se encuentran solapados. La porción central solo está ocupada por filamentos gruesos.

Zona H: la porción central de la banda A.

Línea M zona de inserción de los filamentos gruesos que divide en dos partes iguales la banda A.

3.4.2 Proteínas

Contráctiles: “la miosina forma los filamentos gruesos, cada molécula de esta es un hexámero compuesto de dos cadenas proteicas pesadas que se entrelazan para formar una larga cola y unas estructuras globulares denominas cabezas” (López y López, 2006, p. 83). Se pueden encontrar tres dominios funcionales.

Dominio catalítico contiene el punto de unión con la actina u la zona para el proceso de hidrólisis del ATP.

El dominio del cuello que se extiende hacia la cola de la molécula y parece quedar estabilizado.

Por su interacción con las dos cadenas ligeras.

El dominio conversor ubicado en medio.

Unas 250 moléculas de miosina se unen para formar un filamento grueso en el músculo esquelético. Este filamento se dispone de manera que las cabezas de miosina quedan en los extremos, y la porción central está constituida por un haz de colas de miosina. La porción de miosina que constituye el bastón es rígida, pero las cabezas que se proyectan hacia afuera tienen una región elástica en bisagra que es la zona por la cual se unen a la porción rígida. Esta zona de bisagra permite a las cabezas girar alrededor de su punto de inserción. (López y López, 2006, p.83).

Actina es la proteína que forma los filamentos finos, es una proteína globular (actina G) la cual presenta un sitio de posible unión con la miosina. Los puentes de unión con la miosina presentan dos conformaciones: la primera cuando se une a la actina y los productos de hidrólisis (ADP+Pi) están todavía unidos. La palanca se encuentra entonces en la fase inicial del << golpe de movimiento>>. La segunda tiene lugar al final de esta fase cuando el ADP y el fosfato se liberan. Esta unión, al contrario de lo que ocurre en la primera fase, es potente, y es la que se produce en la etapa de rigor o en ausencia de ATP (López y López, 2006, p.85).

Moduladoras: son la troponina y tropomiosina, asociadas a la actina es decir se encuentran en los filamentos delgados, tienen como función regular el proceso de contracción evitando que en presencia de ATP el músculo este contraído de forma sostenida. La tropomiosina es una proteína alargada que rodea a los filamentos de actina en forma de espiral mientras que la troponina es una proteína, que consta de tres subunidades (troponina 1 que tiene una gran afinidad por la actina; troponina T afín a la tropomiosina y troponina C que tiene afinidad por el Ca en el citosol) (López y López, 2006).

Cuando la concentración de calcio en el citosol es alta, hecho que acontece cuando se desencadena la contracción muscular, dicha subunidad de la troponina se une al calcio provocando un cambio conformacional en la molécula que permite desplazar a la tropomiosina, dejando a su vez al descubierto los puntos de unión actina-miosina (López y López, 2006, p.85).

La titina es una molécula elástica de gran tamaño, va desde un disco Z hasta la línea M, tiene como función la estabilización de los componentes contráctiles además de recuperar la longitud normal de los músculos durante el reposo también contribuye en tono muscular (López y López, 2006).

Nebulina proteína gigante que carece de elasticidad, que discurre conjuntamente al filamento fino y se inserta en el disco Z contribuye a la estabilidad de los filamentos finos dentro del sarcómero.

3.4.3 Secuencia de la contracción muscular

López y López (2006) describen la serie de pasos necesarios para que se dé la generación fisiológica de tensión en un individuo idóneo es indispensable la participación del sistema nervioso y de la fibra muscular.

Generación de un potencial de acción y llegada de estos a través de los axones de las moto-neuronas de la medula espinal hasta su porción terminal o placa motora

Los botones neurosinápticos de la placa liberan un neurotransmisor (acetilcolina).

Los receptores del sarcolemma captan la acetilcolina, provocan la apertura de los canales iónicos.

A través de los canales ingresan grandes cantidades de Na^+ al interior de la célula iniciando en esta un potencial de acción.

El potencial de acción se extiende a través del sarcolemma y hacia el interior gracias a los túbulos T.

Cuando el potencial de acción alcanza el retículo sarcoplasmático se libera el Ca^{++} que era almacenado en este hacia el interior de la célula.

Los iones calcio se unen a la troponina C, la cual cambia su conformación para permitir la interacción entre la actina y la miosina.

La actina y la miosina, en presencia de ATP, provocan el deslizamiento y acortamiento del sarcómero.

Al cabo de una fracción de segundo, al cesar el potencial de acción, los iones de calcio son <<secuestrados>> desde el citosol al interior de retículo sarcoplásmico gracias a una bomba

de calcio situada en la membrana del retículo que consume ATP. Esta acción sucede gracias a una proteína llamada secuestrina

3.4.4 Reflejos musculares esqueléticos

Los propioceptores que se encuentran en los músculos esqueléticos son responsables de la posición y movimiento de nuestras extremidades, estos monitorean los movimientos articulares, tensión y elongación muscular, transmiten esta información al sistema nervioso central, el cual puede ejecutar dos respuestas: siendo una de ellas la contracción muscular, que se produce al activar las neuronas motoras somáticas hacia las fibras musculares desencadenando el fenómeno de contracción. Si la relajación es la respuesta en el sistema nervioso central se activan interneuronas inhibitorias quienes inhibirán la actividad de las moto neuronas somáticas (Ober, Garrison, Silverthorn y Johnson, 2008).

En el cuerpo se pueden encontrar tres tipos de propioceptores que son: los receptores articulares presentes en capsulas y ligamentos articulares, estos responden a distorsiones mecánicas producidas por el movimiento artrocinemático, la información aferente de este receptor es procesada a nivel de cerebelo; husos musculares son pequeñas estructuras alargadas, dispuestas en paralelo a las fibras extrafusales contráctiles, perciben cambios en la longitud muscular, envían esta información a la medula espinal y encéfalo; un segundo tipo de receptor muscular es el órgano tendinoso de Golgi son terminaciones libres que discurren en la unión musculo tendón, se entremezclan con las fibras de colágeno en el interior de la capsula de tejido conjuntivo, es sensible a la tensión producida durante una contracción isométrica (Ober, Garrison, Silverthorn y Johnson, 2008).

Unidad miotática

Reflejo miotático se da cuando un musculo es estirado se desencadena un proceso de elongación, contracción y relajación con el fin de mantener la integridad estructural, este es simple al estar constituido por una sola sinapsis intercalada en el reflejo, brinda una respuesta rápida y estereotipada (García y Quero 2012).

El estímulo es percibido por los receptores, en este caso los husos musculares que traducen la información en un impulso eléctrico que va a través de las fibras rápidas la (mielinizadas) hacia el cuerno anterior de la medula a las moto neuronas alfa cuyos axones largos actuaran como vía efectora produciendo una contracción muscular breve simultáneamente se desencadena el proceso de inhibición recíproca de las moto neuronas en los músculos

antagonistas a fin de evitar que se desencadene el reflejo en los músculos antagonistas, tras el reflejo miotático (García y Quero 2012).

Reflejo miotático inverso

Es una respuesta de relajación frente a un estiramiento intenso, cuando los órganos tendinosos de Golgi son estimulados ante un estiramiento que sobrepasa un punto crítico, envían la información a las neuronas inhibitorias de la medula y estas actúan sobre las moto neuronas alfa provocando la disminución o cese de la contracción muscular (Hernández, 2006).

El tejido conectivo que se encuentra en el tendón y en el musculo forma, el factor primario que limita la extensibilidad del tejido.

El componente contráctil compuesto por las proteínas actina, miosina responsables de fenómeno de acortamiento y un componente elástico que se divide en dos partes: el componente elástico en serie que la titina mencionada previamente como proteína moduladora que por su posición en serie junto a los elementos contráctiles ayuda a mantener la posición de la miosina durante el estiramiento o la contracción y el componente elástico en paralelo constituido por el tejido conectivo que rodea al musculo y al sarcolema, ofrece resistencia e impide que los elementos contráctiles sean traccionados por fuerzas externas (Ramírez, 2003).

3.5 Cadena de apertura

“Es la continuación de la cadena cruzada posterior de tronco, pasa por parte del sacro y del iliaco en dirección descendente hacia adelante y hacia afuera” (Kapanji, 2011, p. 174).

3.5.1 Objetivos de la cadena de apertura

Kapanji (2011) describe la serie de objetivos de la cadena de apertura del miembro inferior.

- Apertura del miembro inferior.
- Apertura del iliaco.
- Abducción del fémur.
- Rotación externa del fémur.
- Rotación externa de la tibia y supinación del pie.

TABLA 1: MÚSCULOS DE LA CADENA DE APERTURA

| Músculo | Origen | Inserción | Función |
|-----------------------------|---|---|---|
| Sartorio | Espina iliaca antero superior | Cara medial de la tibia | Flexión de la pierna sobre el muslo y la desplaza medialmente; a continuación, flexiona el muslo sobre la pelvis. |
| Tensor de la fascia de lata | Extremo anterior del labio externo de la cresta iliaca, parte lateral de espina iliaca antero superior | Cóndilo lateral de la tibia | Extensor de la pierna, ligera abducción y rotación medial. |
| Glúteo menor | Cara glútea del ilion | Trocánter mayor | Abductor del muslo, contracción aislada de sus fascículos anteriores produce la rotación medial; mientras que la contracción de los fascículos posteriores produce la rotación externa. |
| Glúteo medio | Cara glútea del ilion hasta el trocánter mayor: comprendida entre las líneas glúteas anterior y posterior | Trocánter mayor | Abducción, cuando el fémur está fijo extiende la pelvis y la inclina hacia su lado |
| Glúteo mayor | Cuarto posterior de la cresta iliaca | Labio lateral de la línea áspera | Extensor y rotación externa del muslo; fascículos superiores abducción y los inferiores aductores |
| Piramidal | Cara anterior del sacro segunda, tercera y cuarta vertebrae sacras | Su tendón se adhiere al musculo gemelo superior y se implanta sobre la parte media del borde superior del trocánter mayor | Rotación lateral y abducción |
| Bíceps | Porción larga cara posterior de la tuberosidad isquiática Porción corta nace mediante fibras tendinosa cortas del intersticio de la línea áspera | Vértice de la cabeza del peroné | Flexor de pierna; cuando la pierna se halla flexionada, se convierte en extensor del muslo sobre la pelvis y rotador lateral de la pierna |
| Vasto externo | Cara lateral del trocánter mayor | Se une al tendón terminal del cuádriceps femoral | Extensión de la pierna |

| | | | |
|--------------------------------|---|---|--|
| Gemelo medial | En una depresión situada sobre el cóndilo medial del fémur, situada inferior y posterior al tubérculo del aductor | Tendón de Aquiles que se inserta en la mitad inferior de la cara posterior del calcáneo | Extensión, aducción y rotación medial del pie |
| Tibial anterior | Cara lateral de la tibia | Borde medial del pie, parte inferior y medial del primer metatarsiano | Flexión del pie, aducción y rotación interna |
| Extensor del dedo gordo | Parte medial de la cara del peroné | Falange distal del dedo gordo | Extensión de la falange distal sobre la proximal y esta sobre el primer metatarsiano |
| Tibial posterior | Dos tercios superiores de la cara posterior de la tibia | Tuberosidad del hueso navicular, cuñas, cuboides y base del segundo, tercero y cuarto metatarsianos | Aducción y rotación medial |
| Flexor largo de los dedos | Parte medial del labio inferior de la línea solea | Base de la falange distal de los dedos del pie | Flexión de los dedos y extiende el pie sobre la pierna |
| Flexor largo del dedo gordo | Tres cuartos inferiores de la cara posterior del peroné | Falange distal del dedo gordo | Flexión de la falange dista sobre la proximal |
| Musculo aductor del dedo gordo | Cabeza oblicua tuberosidad del hueso cuboides Cabeza transversa articulación metatarso falángicas tercera, cuarta y quinta | Cara dorsal del dedo gordo | Flexión y aducción del dedo gordo |

BASADO EN: Anatomía humana descriptiva Rouviere.
ELABORADO POR: Victoria Valdivieso.

3.6 Cadena de cierre

“Es la continuación de la cadena cruzada anterior del tronco, se inicia en la cara anterior del muslo dirigiéndose hacia abajo y hacia afuera. Cruza la línea media del miembro inferior a nivel de la rótula para continuar por la cara de los peroneos” (Kapanji, 2011, p. 186).

“Después de alcanzar la parte externa del pie, cruza el cuboides por la cara la cara plantar y termina en el primer dedo” (Kapanji, 2011, p. 186).

3.6.1 Objetivos de la cadena de cierre

Kapanji (2011) describe la serie de objetivos de la cadena de cierre del miembro inferior

- Cierre del miembro inferior.
- Cierre del iliaco aducción del fémur valgo de la cadera.
- Rotación interna del fémur.
- Rotación interna de la tibia.
- Pronación del pie.

TABLA 2: MÚSCULOS DE LA CADENA DE CIERRE

| Músculo | Origen | Inserción | Función |
|---------------|--|--|---|
| Pectíneo | Plano superficial: desde la eminencia iliopúbica. Plano profundo: labio anterior del conducto obturador | Rama media de la trifurcación superior de la línea áspera denominada línea pectínea | Aducción y rotación lateral del muslo además de flexión |
| Aductor mayor | Dos tercios posteriores de la rama isquiopubiana, cara lateral de la tuberosidad isquiática | Parte media de la línea áspera | Aducción |
| Aductor largo | Angulo del pubis y en la cara inferior del tubérculo del pubis | Parte media de la línea áspera | Aducción, rotación lateral y flexión |
| Aductor corto | Cuerpo del pubis y en la parte contigua de la rama isquiopubiana | Fascículo superior a lo largo y lateral de la trifurcación media de la línea áspera Fascículo inferior intersticio de la línea áspera | Aducción y rotación lateral del muslo además de flexión |
| Recto interno | Cuerpo del pubis, sínfisis púbica y rama inferior | Cara medial de la tibia | Flexión y aducción |

| | | | |
|--------------------------|--|---|--|
| Semitendinoso | Cara posterior de la tuberosidad isquiática | Cóndilo medial del fémur pasa a la parte superior de la cara medial de la tibia | Flexión de la pierna, una vez realizada esta acción extiende el muslo sobre la pelvis e imprime a la pierna un movimiento de rotación medial |
| Vasto medial | Labio medial de la línea áspera | Tendón común del cuádriceps | Extensión de la pierna |
| Gemelo externo | Fosita situada posterior al epicóndilo lateral del fémur | | |
| Peroneo lateral largo | Dos tercios inferiores de la cara lateral del peroné | Base del primer metatarsiano | Extensión, abducción y rotación lateral |
| Peroneo lateral corto | Dos tercios inferiores de la cara lateral del peroné | Tuberosidad del quinto metatarsiano | Extensión, abducción y rotación lateral |
| Peroneo anterior | Tercio inferior del peroné y membrana interósea | Cara dorsal de la base del quinto metatarsiano | |
| Abductor del quinto dedo | Borde lateral de la región plantar, apófisis lateral y medial de la tuberosidad del calcáneo | Cara lateral de la base de la falange proximal del dedo pequeño | Flexión y abducción |
| Abductor del dedo gordo | Apófisis medial de la tuberosidad | Hueso sesamoideo medial y lado medial de la falange proximal del dedo gordo | Flexión y abducción |

FUENTE: Anatomía humana descriptiva Rouviere.
ELABORADO POR: Victoria Valdivieso.

3.7 Biomecánica de la cadera

La cadera es la articulación proximal del miembro inferior: situada en su raíz, su función es orientarlo en todas las direcciones del espacio, Kapanji (2011) indica los tres ejes y tres grados de libertad que posee la cadera:

- Un eje transversal XOX, situado en plano frontal, alrededor del cual se ejecutan los movimientos de flexo-extensión:
- Un eje anteroposterior YOY, en el plano sagital, que pasa por el centro de la articulación, alrededor del cual se efectúan los movimientos de abducción-aducción.

- Un eje vertical OZ, que se confunde con el longitudinal OR del miembro inferior cuando la cadera está en una posición de alineamiento. Este eje longitudinal permite los movimientos de rotación externa y rotación interna.

Todos los movimientos de la cadera se realizan a expensas de la articulación coxofemoral en forma de una enartrosis muy coaptada debido a las funciones de locomoción y carga de peso por lo tanto la movilidad es compensada en cierta medida por el raquis lumbar (Kapanji, 2011).

3.7.1 Abducción

Si teóricamente es factible realizar la abducción de una sola cadera, en la práctica la abducción de una cadera se acompaña de una abducción idéntica de la otra cadera. Esto ocurre a partir de los 30ª amplitud en la que se inicia una basculación de la pelvis mediante la inclinación de línea que une las dos fosas laterales e inferiores (que corresponden a la proyección cutánea de las espinas iliacas posterosuperiores). Prolongando el eje de ambos miembros inferiores, se constata que se cortan en el eje simétrico de la pelvis: por lo tanto, se puede deducir que en esta posición ambas caderas están en abducción de 15ª (Kapanji, 2011, p.18).

Cuando se completa el movimiento de abducción, el ángulo formado por los dos miembros inferiores alcanza los 90ª. La simetría de abducción de ambas caderas reaparece, pudiendo decir que la máxima amplitud de abducción de una cadera es de 45ª. Obsérvese que, en ese preciso instante, la pelvis tiene una inclinación de 45ª con respecto a la horizontal, del lado de la carga. El raquis, en conjunto, compensa esta inclinación de la pelvis mediante una convexidad hacia el lado que carga. Nuevamente reaparece la participación del raquis en los movimientos de la cadera (Kapanji, 2011, p. 18).

“La abducción está limitada por el impacto óseo del cuello del fémur con la ceja cotiloidea, aunque antes de que esto ocurra interviene los músculos aductores y los ligamentos ilio y pubofemorales” (Kapanji, 2011, p. 18).

Mediante ejercicio y entrenamiento adecuados, es posible aumentar la máxima amplitud de abducción, como en el caso de las bailarinas, que pueden alcanzar 120ª a 130ª de abducción activa, es decir sin apoyo. En cuanto a la abducción pasiva, los individuos que se entrenan pueden alcanzar los 180ª de abducción frontal; en realidad, ya no se trata de abducción pura, puesto que para distender los ligamentos de Bertin la pelvis bascula hacia adelante mientras que el raquis lumbar se hiperlora de forma que las caderas están en abducción-flexión (Kapanji, 2011, p.18).

3.7.2 Flexión

La amplitud de la flexión varía según distintos factores: De forma general, la flexión activa de la cadera no es tan amplia como la pasiva. La posición de la rodilla también interviene en la amplitud de la flexión: cuando la rodilla está extendida, la flexión no supera los 90^a, mientras que cuando la rodilla esta flexionada alcanza e incluso sobrepasa los 120^a (Kapanji, 2011, p.14).

En lo que respecta a la flexión pasiva, su amplitud supera siempre los 120^a, pero de nuevo la posición de la rodilla es importante: si esta está extendida, la flexión es mucho menor que cuando esta flexionada; en este último caso, la amplitud sobrepasa los 140^a y el muslo contacta casi totalmente con el tórax. Más adelante se podrá constatar como la flexión de la rodilla, siempre que los isquiotibiales estén relajados, permite una mayor flexión de la cadera (Kapanji, 2011, p.14).

Si se flexionan ambas caderas a la vez de forma pasiva mientras que las rodillas están también flexionadas, la cara anterior de los muslos contacta ampliamente con el tronco, puesto que a la flexión de las articulaciones coxofemorales se añade la retroversión pélvica borrando la lordosis lumbar.

3.7.3 Orientación de la cabeza femoral y del cotilo

La cabeza femoral es una articulación casi esférica que mide de 40 a 50 mm de diámetro, unida a su diáfisis por el cuello femoral cuyo eje es oblicuo hacia arriba adentro y adelante a travesada, formando el ángulo de inclinación el que es de aproximadamente 125^a en un adulto promedio aunque la forma de la cabeza y el cuello pueden variar entre sujetos se pueden distinguir dos tipos extremos el longilíneo en lo que la diáfisis femoral es alargada mientras que la pelvis es pequeña y alta favoreciendo la amplitud articular y el tipo brevilíneo donde la cabeza apenas sobrepasa la hemiesfera y ángulos cervicodifisiarios pequeños 115^a, diáfisis ancha y pelvis maciza y ancha lo que se interpretaría como una morfología adaptada a la fuerza (Kapanji, 2011).

3.7.4 Cavidad cotiloidea

Tiene forma de hemiesfera limitada en su contorno por la ceja cotiloidea que sobrepasa la cabeza femoral que se mide con el ángulo de recubrimiento W que suele ser de 30°, dirigido hacia abajo y adelante su superficie articular esta aumentada gracias a la presencia de cartílago en periferia el cual tiene forma de media luna por la escotadura profunda isquiopúbica (Kapanji, 2011).

3.7.4.1) Ligamentos de la cadera

En la cara anterior de la articulación coxofemoral podemos encontrar el ligamento iliofemoral o de Bertín el cual posee una forma de abanico, cuyo vértice se encuentra por debajo de la espina iliaca anteroinferior y su base se adhiere a la línea intertrocantérea, este ligamento se encuentra reforzado en parte superior por dos ligamentos que son: el haz superior o iliopretrocantéreo considerado el más fuerte de esta articulación, cuenta con un espesor de 8 a 10mm y el ligamento iliotendinotrocantéreo el cual está formado por la unión del tendón recurrente del recto anterior, la lámina fibrosa de la ceja cotiloidea y expansión aponeurótica del glúteo menor. Mientras en su parte inferior el ligamento de Bertín esta reforzado por el ligamento iliopretocantiniiano (Kapanji, 2011).

Ligamento pubofemoral que tiene un origen en la eminencia iliopectínea y el labio anterior de la corredera infrapúbica y se inserta en parte anterior de la fosa pretocantiniiana (Kapanji, 2011).

En la cara posterior podemos encontrar un único ligamento que es el isquiofemoral su inserción se encuentra por detrás de la ceja y del rodete cotiloideo, sus fibras se dirigen hacia arriba y afuera para alcanzar la cara interna del trocánter mayor por delante la fosita digital (Kapanji, 2011).

“Durante la abducción el ligamento pubofemoral se tensa considerablemente mientras que el haz iliopretrocantéreo se distiende, al igual que el haz iliopretrocantiano, pero este último en menor grado” (Kapanji, 2011, p.42). Mientras que en la cara posterior el ligamento isquiofemoral se tensa.

3.7.4.2) Capsula articular

La capsula articular de la cadera está dispuesta a manera de cilindro y se extiende desde el hueso ilíaco hacia la parte superior del fémur, compuesto por cuatro tipos de fibras: longitudinales, oblicuas, arciformes (su punto único de inserción es el ilíaco ya que van a manera de guirnalda de un punto de este a otro) y circulares sin inserción ósea (Kapanji 2011).

3.8 Hipótesis

H alternativa: El rango de abducción de los estudiantes de danza aérea va a aumentar en cierta medida tras la aplicación de estiramientos analíticos con una frecuencia de tres veces a la semana en un programa de 3 semanas al mejorar la elasticidad de los tejidos blandos.

H nula: No se apreciaron cambios en cuanto el rango de abducción de los estudiantes tras el plan de estiramientos.

3.8.1 Variables

| TABLA 3: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | |
|---|--|---|-----------|--|
| Variable | Definición operacional | Dimensiones | Indicador | Escalas |
| Disminución del rango de movilidad | Es la disminución del rango de movimiento en una articulación siendo causada por la alteración de una de sus componentes | Goniometría | Nominal | % de personas con el rango de movimiento normal o disminuido |
| Calentamiento | Preparación para la actividad física | Si y no | Nominal | Tiempo de calentamiento |
| Edad | Tiempo en años transcurridos | 18-24 | Nominal | % estudiantes en este rango de edad |
| Dolor durante el estiramiento | Sensación subjetiva desagradable | 1-10 | Nominal | Escala de EVA |
| Tiempo entre el calentamiento y el estiramiento | Intervalo entre el calentamiento y el estiramiento | El estiramiento es inmediato al calentamiento | Nominal | Minutos |

CAPÍTULO 4:

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el taller de danza aérea de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a inicios del semestre presente se registraron ochenta y un estudiantes de las diversas carreras y niveles, la mayor concentración de participantes está en el nivel principiante quienes deberán desarrollar sus capacidades físicas básicas antes de poder avanzar de nivel.

TABLA 4: PANORAMA DEL TALLER DE DANZA AÉREA

| <u>DATOS PREVIOS:</u> | | |
|--|----|-----|
| El total de estudiantes en todo el taller de danza aérea | 81 | |
| Estudiantes descartados de la muestra | 67 | 83% |
| Estudiantes encuestados para el análisis | 14 | 17% |
| Estudiantes del taller en el nivel avanzado | 10 | 12% |
| Estudiantes del taller en el nivel intermedio | 44 | 54% |
| Estudiantes del taller en el nivel principiante | 27 | 33% |
| Estudiantes del taller de sexo femenino | 62 | 77% |
| Estudiantes del taller de sexo masculino | 19 | 23% |

En la tabla 4: se presenta el detalle de los participantes del taller de danza aérea, divididos en base al nivel al que pertenecen y por género con el porcentaje respectivo. En esta investigación se estudió a las participantes femeninas del nivel principiante e intermedio se excluyó aquellas personas de sexo masculino, de nivel avanzado y quienes no desearan participar, limitando la muestra a 13 participantes.

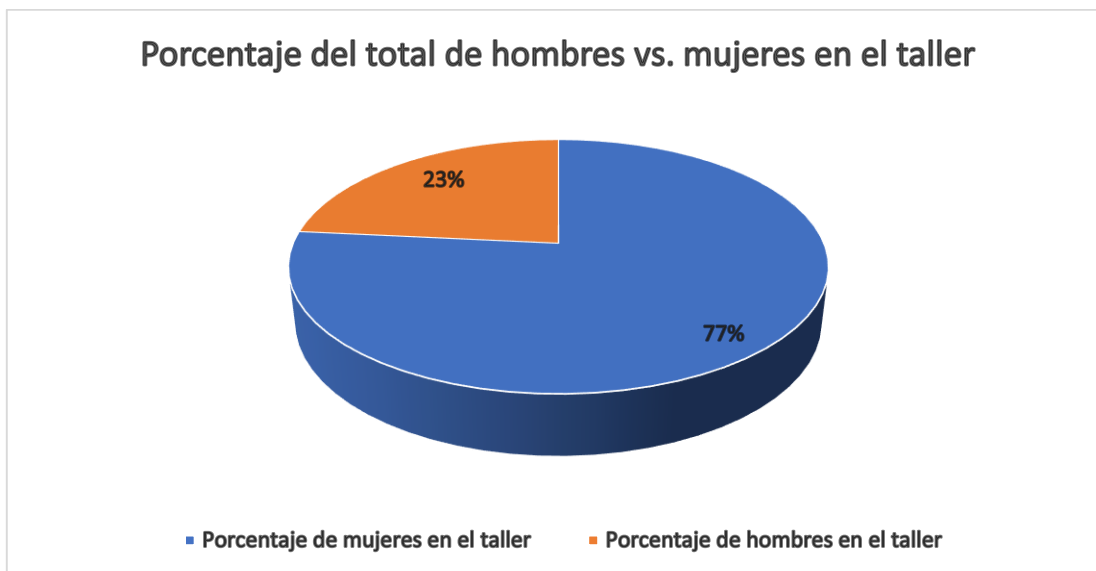


Gráfico 1: Distribucion según genero.

En el gráfico 1: Observamos la representación de hombres vs mujeres en el taller de danza aérea.

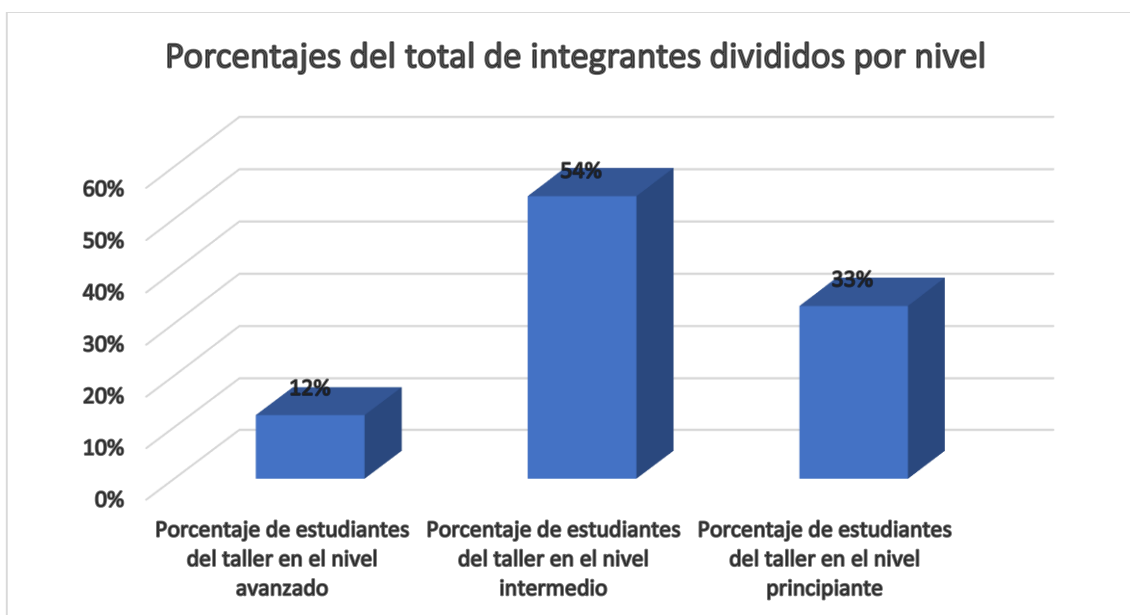


Gráfico 2 porcentaje de estudiantes por nivel.

En el gráfico 2: Podemos la representación de los estudiantes distribuidos por nivel siendo notorio la densidad mayor en el nivel inicial e intermedio.

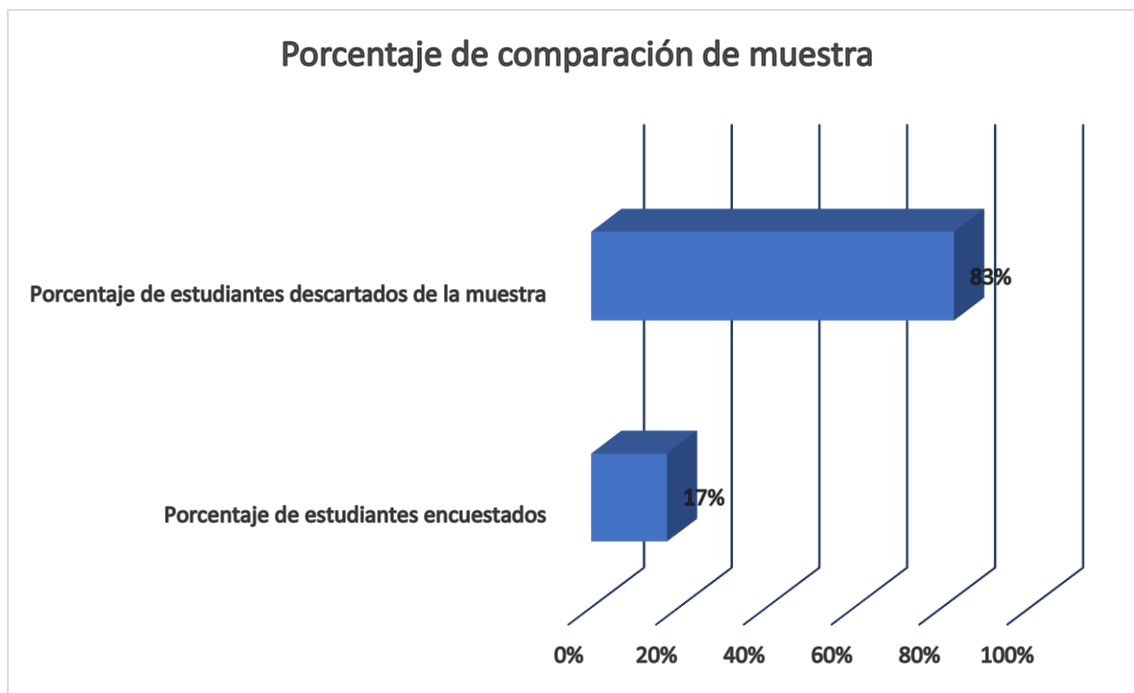


Gráfico 3 porcentaje de muestra vs total de estudiantes.

En el grafico 3: Se observa la representación de los posibles participantes vs el total de estudiantes, sin embargo, por múltiples causas se descartó a cuatro sujetos.

TABLA 5: VALORES DE TENDENCIA CENTRAL RESPECTO A LA INTENSIDAD DEL DOLOR DURANTE EL ESTIRAMIENTO

| | | |
|---------|----------|-------|
| Número | Válido | 13 |
| | Perdidos | 0 |
| Media | | 6,538 |
| Mediana | | 6,000 |
| Moda | | 6,0 |

En la tabla 5: Podemos ver los valores de tendencia central respecto a la variable dolor durante el estiramiento de la cual podemos apreciar que el promedio es decir la media de los trece participantes es 6.5, también podemos ver el punto medio de este conjunto de datos que es 6 al igual que el valor con mayor frecuencia que es de igual manera 6.

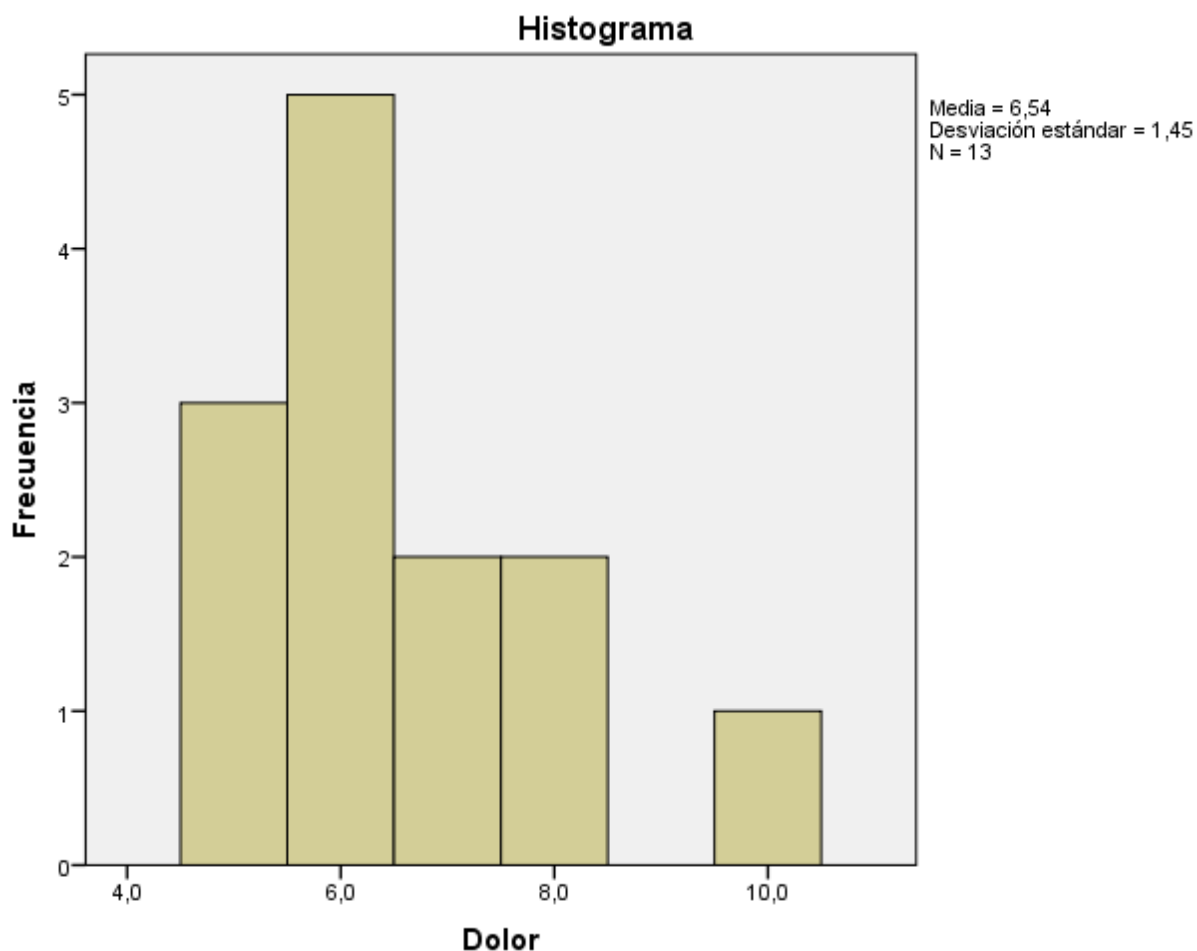


Gráfico 4: Valores de tendencia central respecto al dolor durante el estiramiento.

En el gráfico 4: Es una representación de los valores de tendencia central, en la que cada barra es proporcional a la variable intensidad del dolor durante el estiramiento.

TABLA 6: VALORES TENDENCIA CENTRAL TIEMPO DE CALENTAMIENTO (MIN)

| | | |
|---------|----------|-------|
| Número | Válido | 13 |
| | Perdidos | 0 |
| Media | | 53,85 |
| Mediana | | 60,00 |
| Moda | | 60 |

En la tabla 6: Observamos los valores de tendencia central respecto a la variable calentamiento previo al estiramiento, notamos que promedio es de 53,85 minutos y la puntuación

central de 60 finalmente por la moda podemos decir que la mayoría de los estudiantes participantes realizan un calentamiento de 60 minutos de duración.

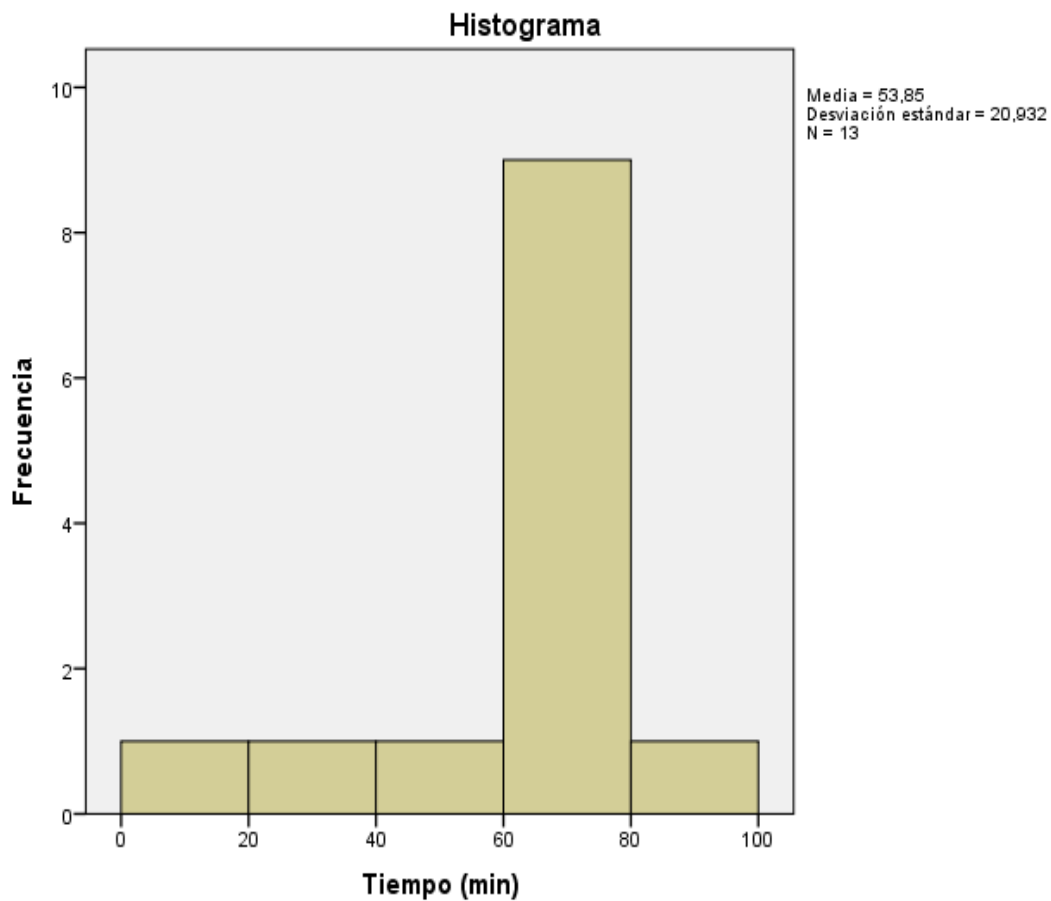


Gráfico 5: Tiempo de calentamiento.

En el gráfico 5: Es la representación gráfica de los valores de tendencia central respecto a la variable calentamiento en el eje X se observan cinco intervalos desde cero hasta 100 minutos, en relación al eje vertical que corresponde a la frecuencia.

TABLA 7: VALORES DE TENDENCIA CENTRAL TIEMPO ENTRE CALENTAMIENTO Y ESTIRAMIENTO

| | | |
|---------|----------|-------|
| Número | Válido | 13 |
| | Perdidos | 0 |
| Media | | 33,08 |
| Mediana | | 30,00 |
| Moda | | 60 |

En la tabla 7: Los participantes refieren que hay un lapso de tiempo entre el calentamiento la media indica que es de 30 minutos, el punto medio igualmente es 30 a pesar de que el valor con mayor frecuencia es 60 minutos esto podría deberse a que hay participantes que no tiene un tiempo de vuelta a la calma tras el calentamiento que es lo más adecuado.

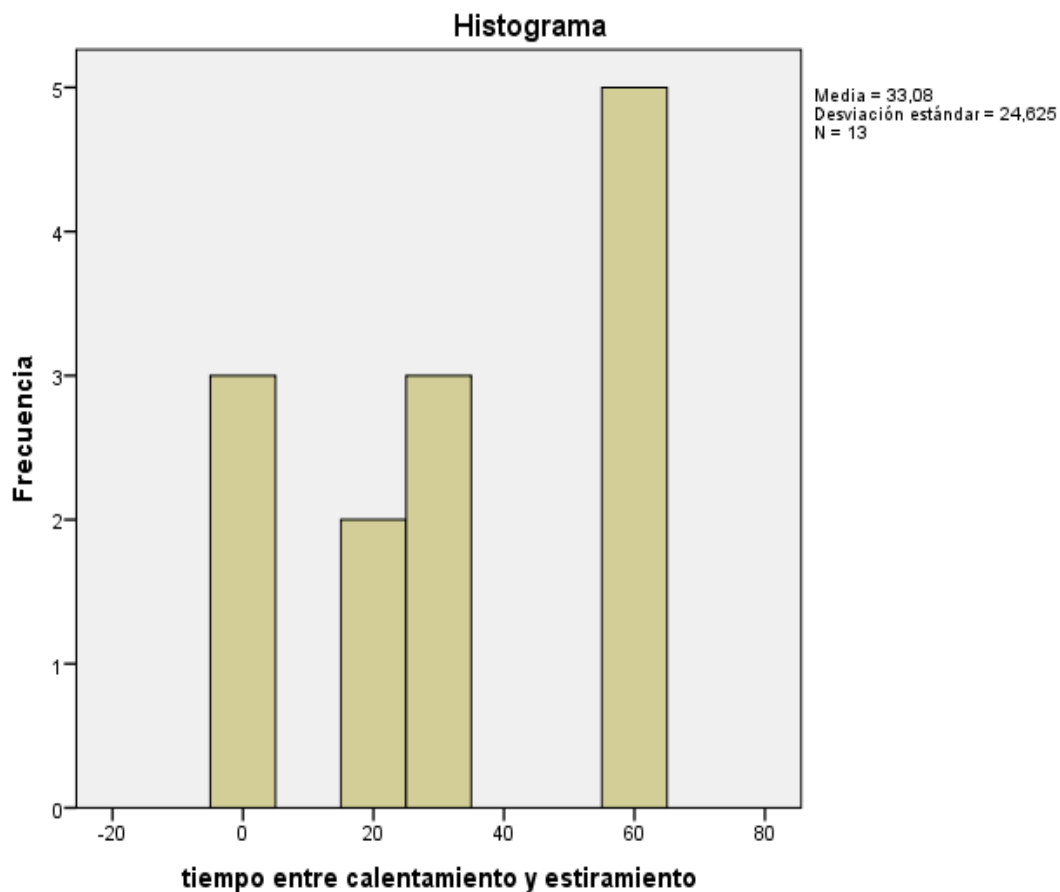


Gráfico 6: Tiempo entre el calentamiento y el estiramiento

En el grafico 6: Es la representación de los valores de tendencia central, en el eje horizontal se observan seis intervalos de minutos, que parten de -20 hasta 80 en relación a un eje vertical que representa la frecuencia.

TABLA 8: DIFERENCIA (ABD ACT)

| Número | Válido Perdidos | 13 0 | |
|---------|--------------------|---------|-----------|
| | | Derecha | Izquierda |
| Media | | 6,62 | 7,54 |
| Mediana | | 5,00 | 6,00 |
| Moda | | 5 | 5 |

En la tabla 8: Se observa los valores de tendencia central respecto a la diferencia (valor post intervención-valor inicial) en el rango de abducción activa.

TABLA 9: DIFERENCIA (ABD PAS)

| Número | Válido Perdidos | 13 0 | |
|---------|--------------------|---------|-----------|
| | | Derecha | Izquierda |
| Media | | 8,38 | 3,77 |
| Mediana | | 8,00 | 4,00 |
| Moda | | 5a | 0 |

En la tabla 9: se observa los valores de tendencia central respecto a la diferencia (valor post intervención-valor inicial) en el rango de abducción pasiva de ambas caderas.

| TABLA 10: NORMALIDAD | | |
|----------------------------------|--|----------------|
| Abducción pasiva | | |
| Cadera Izq. (antes) =0, 149 | | $\alpha= 0,05$ |
| Cadera Izq. (después) = 0,234 | | $\alpha= 0,05$ |
| Cadera Derecha (antes)=0,751 | | $\alpha= 0,05$ |
| Cadera Derecha (después)=0,319 | | $\alpha= 0,05$ |
| Abducción activa | | |
| Cadera Izquierda (antes)=0,634 | | $\alpha= 0,05$ |
| Cadera Izquierda (después)=0,117 | | $\alpha= 0,05$ |
| Cadera Derecha (antes)=0,387 | | $\alpha= 0,05$ |
| Cadera Derecha (después)=0,482 | | $\alpha= 0,05$ |

En la tabla 10: Se observa en la columna uno la variable de rango de movimiento con su respectivo valor, en la columna dos se indica la relación del valor de la variable respecto al

intervalo de confianza. Podemos apreciar que los datos al tener un valor mayor al intervalo de confianza, se comportan de manera normal.

| TABLA 11: REALIZACIÓN DE LA PRUEBA T | |
|---|---------------|
| Diferencia | Significancia |
| Abducción pasiva cadera izquierda | 0,117 |
| Abducción pasiva cadera derecha | 0,000 |
| Abducción activa cadera izquierda | 0.000 |
| Abducción activa cadera derecha | 0,001 |
| Distancia sínfisis púbica suelo | 0,000 |

En la tabla 11: Al comprobar la normalidad del conjunto de datos, se procedió con la ejecución de la prueba T student, donde en la columna dos se indica el valor respectivo a cada variable.

4.1 Discusión

Se quiso determinar el rango de abducción de cadera de individuos supuestamente idóneos, es decir que no tengan una alteración del componente articular o lesión de los tejidos blandos, que hayan empezado un entrenamiento en taller de danza aérea o que estén el nivel intermedio; y verificar la presencia de un cambio en el rango de abducción tras la implementación de un plan de estiramientos facilitados, estos se realizaban tres veces por semana durante tres semanas después del calentamiento, con el propósito de incrementar el rango de movilidad, ya que se ha realizado estudios similares, sin embargo el propósito de estos ha sido disminuir el riesgo a lesiones, lastimosamente estos no han aportado suficiente evidencia como para concluir que los estiramientos ayudan a prevenir lesiones, además otros están orientados a las repercusiones de los estiramientos sobre el performance de los deportistas.

En el estudio de Osternig, Robertson, Troxel y Hansen (1990) se pretendía comparar la respuesta a diferentes modalidades de estiramientos facilitados, que son: Estiramiento-relajación, contracción relajación y contracción relajación del antagonista el cual a través de electromiografía determino que la modalidad de contracción relajación del antagonista produce mayor actividad 89% al 110% y un 9% a 13% más de rango de movilidad en la articulación de la rodilla.

En el estudio de Cipriani, Abel y Pirwitz (2003) se estudió dos protocolos de estiramiento respecto al rango de flexión de cadera, enfatizando en la duración del estiramiento diario, hubo una selección aleatoria de la pierna que iba a realizar el protocolo de 10 segundos por seis veces y la pierna contraria al protocolo de 30 segundos por dos veces, para lograr un tiempo total de 1 min en cada protocolo, el estiramiento se realizó 2 veces al día durante 6 semanas al concluir el estudio los sujetos mostraban un aumento significativo del rango de movimiento $P=(0.000)$, el denominador común fue la duración del estiramiento diario.

4.2 Conclusiones

De los 81 estudiantes del taller de danza aérea se tomó en cuenta para este estudio a integrantes del nivel inicial e intermedio que representan el 87% de la población, posteriormente se descartó a los hombres quienes constituyen el 23% resaltando la prevalencia mayor de mujeres en este taller, se delimito el estudio a aquellas mujeres que tuvieran una limitación en la ejecución del Split frontal quienes son el 92%, la moda de la intensidad del dolor es 6. Usualmente las estudiantes suelen realizar un calentamiento, de una hora de duración (moda) sin embargo en la mayoría de los casos este no es seguido por el estiramiento, sino que hay un intervalo de igual manera de 60 minutos.

Para este estudio se procedió a evaluar el rango de movilidad inmediatamente terminado el calentamiento, primero se evaluó la movilidad activa asistida es decir la distancia sínfisis púbica suelo, ya que en esta participan los músculos de la cadena de apertura asistidos por la fuerza de la gravedad y el peso corporal.

Se valoró mediante la técnica de goniometría en posición supino la abducción pasiva y activa de ambas caderas notando ciertos aspectos como asimetrías consistentes en rango de movilidad además de que en la mayoría de los casos la abducción activa era mayor a la pasiva ya que esta era detenida a la sensación de tirantez o compensación.

Tras las tres semana de estiramientos, se volvió a realizar una nueva medición del rango de movilidad activa y pasiva para poder contrastar con la medición inicial se realizó la prueba T para valorar la significancia pero previamente se analizó el comportamiento de los datos, en los cuales P valor siempre $> \alpha$ indicando un comportamiento normal, al ejecutar la prueba t en las mediciones goniométricas de distancia sínfisis púbica suelo, la significación siempre fue menor que 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis nula que sugiere que no hubo cambios.

Además, se puede apreciar un patrón que busca disminuir la asimetría en el rango de movilidad.

Se logró promover el entrenamiento de la flexibilidad como parte integral de la actividad física, tomando en cuenta el tipo de estiramiento más apto para complementar su entrenamiento la frecuencia requerida y tiempo necesario con el fin de evitar prácticas que podrían perjudicar su desempeño o estado físico y compensaciones además concientizar a los estudiantes del taller sobre la importancia de este para aumentar el rango de movimiento.

4.3 Recomendaciones

En un enfoque intervencionista para futuras investigaciones se sugiere tomar en cuenta factores relacionados a los estilos de vida como: hidratación, alimentación, dominancia lateral descanso, tabaquismo entre otros ya que estos pueden afectar de manera directa las propiedades viscoelásticas de los tejidos blandos.

Es importante un análisis a profundidad para determinar la(s) causa(s) para que la abducción activa sea mayor a la pasiva, además de la fuerza de los músculos abductores.

Se recomienda la ejecución de un estudio clínico aleatorizado con una muestra más grande para poder contrastar el progreso del grupo sometido a los estiramientos versus el grupo de control para mejorar la calidad del estudio y por ende la fuerza de recomendación.

Se debe tomar en cuenta factores extrínsecos que actúan sobre la flexibilidad como temperatura ambiental y hora del día para determinar la fuerza de influencia de estos y actualizar esta información.

Se recomienda realizar al inicio, durante, y al finalizar mediciones para lograr un mayor control además de prolongar el tiempo de la intervención ya que la flexibilidad es una capacidad que se va degenerando conforme pasa el tiempo y su recuperación es gradual.

Desde un punto de vista de promoción y prevención, es necesaria la generación de nuevos estudios y de calidad ya que el objetivo de todo estudio es la difusión de conocimientos, por lo que en esta área de la actividad física se debería actualizar los conocimientos, para poder llegar e informar a las personas y dejar en desuso practicas inadecuadas.

Finalmente se sugiere la realización de estiramientos facilitados y un seguimiento para la conservación del rango de movimiento ganado

ANEXOS

Primer Anexo:

Formulario de Consentimiento

La función de este escrito es la informar a los sujetos del tema de estudio, condiciones, acciones con el fin de lograr su participación bajo las condiciones descritas y lograr el acceso a la información del participante y poder usarla para cumplir con el propósito de esta investigación. Cada individuo miembro de la población de interés leyó este documento.

Formulario de Consentimiento informado

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL PROYECTO: APLICACIÓN DE ESTIRAMIENTOS FACILITADOS PARA MEJORAR LA ABDUCCIÓN DE CADERA EN LOS ESTUDIANTES DEL TALLER DE DANZA AÉREA DE PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR ENERO 2017

He sido invitado a participar en la investigación: APLICACIÓN DE ESTIRAMIENTOS FACILITADOS PARA MEJORAR LA ABDUCCIÓN DE CADERA EN LOS ESTUDIANTES DEL TALLER DE DANZA AÉREA DE PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR ENERO 2017. Entiendo que como parte de esta investigación se me pedirá acceso a mi información y que llene un cuestionario de datos personales además de permitir que se me realice una medición de mis rangos de movilidad. He sido informado de que no hay riesgos. Se me ha proporcionado el nombre de un investigador que puede ser fácilmente contactado usando el nombre y la dirección que se me ha dado de esa persona. Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento.

CC.

Segundo Anexo:

Cuestionario

Aplicación de estiramientos facilitados

Nombre.....

Edad....

Tiempo en el taller (semestres)

.....

¿Siente limitación durante la ejecución del split frontal o segunda?

Sí No

Del 1 al 10 que tan intenso es el dolor durante el estiramiento

...

¿Realiza calentamiento previo al estiramiento?

Sí No

¿Qué duración tiene el calentamiento?

.....

¿El estiramiento es sucesivo al calentamiento?

Sí No

De ser no la respuesta a la pregunta anterior por favor indicar el tiempo que transcurre entre el calentamiento y el estiramiento

.....

Tercer Anexo:

Hoja de Registro de Goniometría

| | | | |
|---------------------------------|--|-------------|--|
| Fecha: | | | |
| Nombre: | | | |
| Cadera Izq. | | Cadera Der. | |
| Abd. pasiva | | | |
| Abd. activa | | | |
| Distancia sínfisis púbica suelo | | | |

BIBLIOGRAFÍA

Anderson, B., Burke, E (1991). ***Scientific, medical and practical aspects of stretching.*** Clinics in Sports Medicine, 10 (1): 63-86

Cipriani D, Abel B, Pirwitz D. ***A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: implications for total daily stretch duration.*** J Strength Cond Res. May 2003;17(2):274–278 [PubMed]

Dadebo, B., White, J., George, K (2004). ***A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England.*** Br. J. Sports Med., 38 (4):388-394

Davis, D.S., Ashby, P. E., McCale, K. L., McQuain, J. A., Wine, J. M (2005). ***The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameter.*** Journal of Strength and Conditioning Research, 19(1): 27-32

Gallego, T. (2007). ***Bases teóricas y fundamentos de la fisioterapia.*** Buenos Aires: Ed Medica Panamericana

García-Alix, A., & Quero, J. (2012). ***Reflejos miotáticos o tendinosos profundos.*** Madrid, ES: Ediciones Díaz de Santos. Retrieved from <http://www.ebrary.com>

Herbert, R.D, Gabriel, M (2002). ***Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review.*** BMJ, 325(7362), 468- 470

Hernández, P. (2006). ***Flexibilidad: Evidencia Científica y Metodología del Entrenamiento.*** PubliCe.

Heyward, V. (2008). ***Evaluación De La Aptitud Física Y Prescripción Del Ejercicio.*** Buenos Aires: Ed. Medica Panamericana.

- Kapanji. A, (2011). ***Fisiología articular: esquemas comentados de mecánica humana.*** Buenos Aires: Ed Medica Panamericana
- López, J. y López, L. (2008). ***Fisiología clínica del ejercicio.*** Buenos Aires: Ed Medica Panamericana
- Magnusson, S.P., Simonsen, E.B., Aagaard, P., Dyhre-Poulsen, P., McHugh, M.P., Kjaer, M (1996). ***Mechanical and physiological responses to stretching with and without presometric contraction in human skeletal muscle.*** Arch. Phys. Med. Rehab. 77: 373-8º
- Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK, Hansen P. ***Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques.*** Med Sci Sports Exerc. Feb 1990;22(1):106–111[PubMed]
- Pérez, F. J. M., Delgado, L. D., & Núñez, V. A. I. (2009). ***Fundamentos teóricos de la educación física.*** Madrid, ES: Pila Teleña. Retrieved from <http://www.ebrary.com>
- Ramírez, C. (2003). ***Una Mirada integral a la flexibilidad.*** *SalusUIS*, 35, 19-32.
- Rouviere, H. & Delmas, A. (2005). ***Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica y Funcional.*** Madrid: Masson
- Silverthorn, D. (2008). ***Fisiología Humana. Un enfoque integrado.*** Buenos Aires: Medica Panamericana.